

ANALISA VARIASI BUSI TERHADAP PERFORMA MOTOR BENSIN 4 LANGKAH



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

FERI KUSTIAWAN

D 200 11 0059

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA VARIASI BUSI TERHADAP PERFORMA MOTOR BENSIN 4
LANGKAH**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

FERI KUSTIAWAN

D 200 11 0059

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Sartono Putro, MT

NIK. 737

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA VARIASI BUSI TERHADAP PERFORMA MOTOR BENSIN 4
LANGKAH**

OLEH

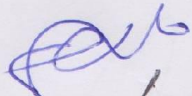
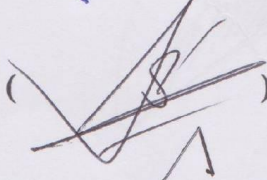

FERI KUSTIAWAN

D 200 11 0059

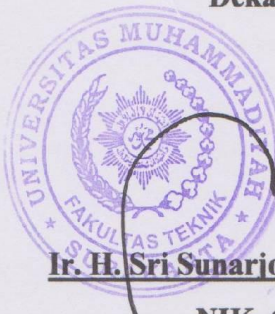
**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 27 Juni 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Ir. Sartono Putro, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sarjito, MT, Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Sunardi Wiyono, MT
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan,



Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

NIK. 682

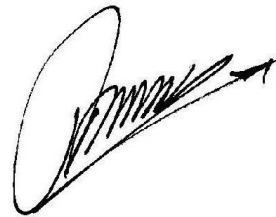
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Juli 2016

Penulis



FERI KUSTIAWAN

D 200 11 0059

ANALISA VARIASI BUSI TERHADAP PERFORMA MOTOR BENSIN 4 LANGKAH

Feri Kustiawan, Sartono Putro, Sarjito
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos Pabelan, Kartasura
Email : ferikustiawan.fk@gmail.com

Abstrak

Dalam sistem pengapian sepeda motor busi memegang peranan penting. Busi berfungsi untuk memercikkan bunga api yang diperlukan untuk membakar campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikompresi. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui perbandingan torsi, daya, kbbs pada motor bensin 4 langkah yang dihasilkan dari busi standar, kaki dua, platinum, dan iridium. Pengujian ini menggunakan sepeda motor Yamaha Jupiter z. Pengujian unjuk kerja sepeda motor dilakukan dengan menggunakan dynotest (sportdyno V3.3). Pengujian dilakukan secara bergantian untuk masing-masing busi dengan variasi putaran mesin 4000-10000 rpm dengan kenaikan 250 rpm pada gigi transmisi 3 digunakan untuk memperoleh perbandingan torsi (T), daya (P), konsumsi bahan bakar spesifik (kbbs). Peak torsi tertinggi didapatkan pada busi iridium yang mencapai 8,75 NM pada putaran 5069 rpm, daya tertinggi dihasilkan pada busi iridium dan busi kaki dua yang mencapai 8,1 Hp dan 8,1Hp pada putaran 7692 rpm dan 7892 rpm, Konsumsi bahan bakar spesifik terbaik didapatkan pada busi iridium yang mencapai 0,078 Kg/h.Hp pada putaran 6000 rpm. Dan dibuktikan melalui metode analisis statistik satu jalan atau One Way ANOVA, dengan nilai F hitung < F tabel maka H_0 diterima, sehingga hasil dari setiap busi memiliki perbedaan yang tidak signifikan.

Kata Kunci : Busi, standart, kaki dua, platinum, iridium, unjuk kerja

Abstracts

In the motorcycle spark plug ignition system plays an important role. Spark plug served to spark required to burn the fuel mixture with air which has been compressed. The purpose of this study was the comparison knowing torque, power, motor gasoline kbbs 4 steps resulted from standard spark plug, two legs, platinum, and iridium. This test used a motorcycle Yamaha Jupiter Z. The performance test of a motorcycle was done by dynotest (sportdyno V3.3). The test alternately for each spark plug with a variation of the engine rotation 4000-10000 rpm to 250 rpm increase in the transmission gear 3 was used to obtained the torque ratio (T), power (P), specific fuel consumption (kbbs). Peak torque was obtained at the highest iridium spark plugs, which reached 8.75 NM at 5069 rpm rotation, the highest power was resulted on iridium sparkplugs and spark plug foot two that reached 8.1 Hp and 8,1Hp round 7692 rpm and 7892 rpm, specific fuel consumption best obtained on iridium sparkplugs, which reached 0.078 Kg / h.Hp at 6000 rpm rotation. And prove through statistical analysis one way or one way ANOVA, with a value of F arithmetic < F table then H_0 was accepted, so the results of each sparkplug has a significant difference.

Keywords: Busi, standard, two legs, platinum, iridium, performance

1. PENDAHULUAN

Dunia otomotif berkembang semakin pesat, selain itu juga diikuti oleh perkembangan dari berbagai komponen pendukungnya. Untuk menghasilkan sepeda motor dengan performa yang tinggi salah satunya meningkatkan torsi dan daya serta konsumsi bahan bakar yang efisien.

Pada prinsip motor bakar, energi panas diubah menjadi energi mekanik. Energi panas dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Dalam hal ini, sempurna proses pembakaran sangat dipengaruhi oleh nilai oktan bahan bakar yang digunakan campuran bahan bakar dan udara yang

masuk kedalam ruang bakar dan sistem pengapian yang baik supaya busi mampu mempercikkan api yang besar.

Dalam sistem pengapian busi memegang peranan penting. Busi merupakan salah satu dari komponen utama dari motor bakar yang berfungsi untuk memercikkan bunga api dalam ruang bakar. Salah satu cara mendapatkan pembakaran yang sempurna adalah dengan meningkatkan intensitas penyalan bunga api dari busi.

Penulis ingin membuktikan dengan cara membandingkan antara busi standar dengan busi kaki dua, busi platinum, dan busi iridium. Tetapi apakah dengan penggantian busi tersebut akan langsung berpengaruh terhadap peningkatan tenaga motor, atau harus ada penyesuaian lagi adalah merupakan suatu permasalahan.

2. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui perbandingan torsi pada motor bensin 4 langkah yang dihasilkan dari busi standar, kaki dua, platinum, dan iridium.
2. Mengetahui perbandingan daya pada motor bensin 4 langkah yang dihasilkan dari busi standar, kaki dua, platinum, dan iridium.
3. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar pada motor bensin 4 langkah yang dihasilkan dari busi standar, kaki dua, platinum, dan iridium.

3. BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, penelitian ini berkonsentrasi pada :

1. Menggunakan motor Jupiter Z 110 cc.
2. Busi yang digunakan busi Standar, Kaki dua, Platinum, Iridium.
3. Parameter yang menjadi pengamatan ialah : Daya (P), Torsi(T), dan Konsumsi Bahan Bakar (KBBS).
4. Menggunakan bahan bakar Premium.

4. TINJAUAN PUSTAKA

Ada banyak penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk meningkatkan kinerja mesin bensin empat langkah. Rahardjo Setyawan, H. (2000) Dengan pemakaian busi splitfire + kabel hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum TMA maka dapat meningkatkan daya, menghemat pemakaian bahan bakar dan gas buang yang dihasilkan lebih bersih. Daya yang paling besar tidak terjadi pada pemakaian bahan bakar yang irit, meskipun kadar HC dan CO yang terendah. Daya yang terbesar terjadi pada putaran 2700 rpm, sedangkan pemakaian bahan bakar yang paling hemat terjadi pada putaran 2400 rpm. Kadar CO serta HC yang terendah pada putaran 3000 rpm.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Arie Gunawan (2008) Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa pemakaian busi bermassa tiga dapat meningkatkan kemampuan mesin dibandingkan busi standart. Pada putaran 4000 rpm torsi yang dihasilkan torsi bermassa tiga 10,29 Nm lebih besar dibandingkan busi standart 8,82 Nm. Daya poros yang dihasilkan juga lebih besar 4,3 kW dibandingkan busi standart 3,7 kW. Konsumsi bahan bakar 0,22 kg/jam lebih irit dari busi standart 0,26 kg/jam. Pemakaian bahan bakar spesifik busi bermassa tiga 0,05 kg/kW.jam lebih irit dibandingkan busi standart 0,07 kg/kW.jam

Menurut Aziz Ramdani, dkk (2009) Penelitian mengarah ke kesimpulan bahwa: (1) Ada pengaruh karburator venturi diameter variasi untuk daya pada sepeda motor Bajaj Pulsar 180 DTS-I 2009. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis data uji, yang $F_{observasi} = 3520,48$ lebih besar dari $F_{tabel} = 3,83$ ($F_{observasi} > F_{tabel}$) pada 1% tingkat signifikansi. (2) Ada pengaruh jenis busi sepeda motor Bajaj Pulsar 180 DTS-I 2009. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis data uji, yang $F_{observasi} = 38.452,50$ lebih besar dari $F_{tabel} = 4,31$ ($F_{observasi} > F_{tabel}$) pada tingkat signifikansi 1%. (3) Ada interaksi karburator venturi variasi diameter dan jenis busi untuk menyalakan sepeda motor Bajaj Pulsar 180

DTS-I 2009. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis data uji, yang $F_{\text{observasi}} = 1.193,78$ lebih besar dari $F_{\text{tabel}} = 2,66$ ($F_{\text{observasi}} > F_{\text{tabel}}$) pada tingkat signifikansi 1%. Daya maksimum 12.1 HP mengakuisisi diameter ukuran 32 mm karburator venturi, berbagai jenis busi Denso U20 EPR 9.

Menurut Ahmed A. Abdel-Rehim (2012) Dalam penelitian ini, kelompok empat busi dengan nomor yang berbeda dari elektroda tanah yang dipilih untuk mengeksplorasi dampaknya terhadap kinerja mesin dan terutama ketidak stabilan pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah *crossover* tali tanah, dimensi tali tanah dan lebar gap merupakan faktor utama yang mempengaruhi timbulnya percikan, api inisiasi dan pertumbuhan kernel. Steker yang dilakukan yang terbaik adalah plug tanpa elektroda tanah di mana jumlah panas kehilangan adalah yang terendah dan tidak ada kendala yang mempengaruhi pertumbuhan api. Koefisien variasi (COV) ini jenis busi adalah yang terendah dari empat colokan tes spark utama.

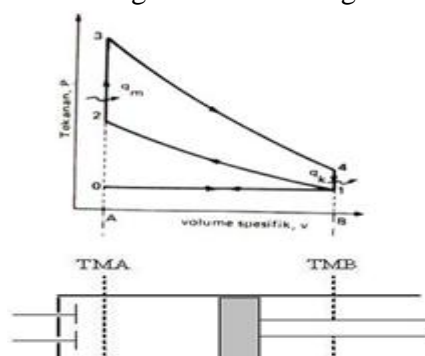
Menurut M.S Shadloo ,dkk (2015) Dalam makalah ini simetris engkol dan slider mekanisme baru diusulkan dan model nol dimensi dimanfaatkan untuk mempelajari nya peningkatan kinerja pembakaran dalam *four-stroke spark ignition* (SI) mesin. Fitur utama dari mekanisme baru ini efisiensi termodinamika unggul, fraksi internal yang lebih rendah, dan polutan rendah. Perbandingan dibuat antara kinerja dan bahwa dari *four stroke* konvensional Mesin SI. Mekanisme disajikan dirancang untuk memberikan konsumsi bahan bakar yang lebih baik dari pembakaran internal mesin. Keuntungan ini lebih mesin standar dicapai melalui tesis mekanisme baru. Perhitungan numerik telah dilakukan untuk beberapa kasus parameter mekanisme yang berbeda, rasio kompresi dan kecepatan mesin

5. LANDASAN TEORI

5.1 Motor Bensin 4 langkah

Menurut (Heywood, 1988 : 823) pada motor bakar berdasarkan sistem penyalanya terbagi menjadi *Spark ignition* dan *compression ignition*. Dan berdasarkan siklus kerjanya terbagi menjadi empat langkah dan dua langkah. Sistem penyalan *Spark Ignition* (SI) merupakan metode penyalan bahan bakar dengan bantuan api dari luar. Penyalan ini menggunakan busi sebagai sumber api. Setelah campuran udara dan bahan bakar mencapai kompresi tertentu, dan dengan tekanan dan temperatur tertentu maka busi dinyalakan sehingga terjadi reaksi pembakaran dan menghasilkan tenaga untuk mendorong torak ke posisi semula. *Compression Ignition* (CI) merupakan penyalan campuran bahan bakar dengan kalor kompresi yang sangat tinggi sehingga mencapai temperatur dan tekanan yang cukup tinggi yang memungkinkan terjadinya pembakaran sendiri yang akan menghasilkan tenaga untuk enghasilkan piston.

Siklus otto yang terjadi pada motor bensin 4 langkah adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Siklus otto

(<https://google/willyyanto.wordpress.com/2009/10/>)

Proses 0-1 Merupakan langkah hisap bahan bakar dimana piston mulai bergerak dari TDC (Top Death Centre) menuju ke BDC (Bottom Death Centre) dengan posisi katub hisap terbuka dan katub buang tertutup. Akibat dari langkah turun ini maka campuran bahan bakar dengan udara akan terhisap keruang bakar.

- Proses 1-2 Merupakan langkah kompresi dimana piston bergerak keatas lagi menuju TDC setelah melakukan langkah hisap dengan posisi katub hisap dan katup buang tertutup. Langkah ini akan menaikkan tekanan pada ruang bakar yang terisi campuran bahan bakar dengan udara menjadi naik.
- Proses 2-3 Merupakan proses pembakaran bahan bakar dimana proses ini terjadi sesaat sebelum akhir kompresi. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah terkompresi mulai terbakar akibat percikan api yang ditimbulkan oleh busi yang terpasang di dinding silinder. Akibat proses pembakaran ini maka tekanan dan temperatur di ruang bakar menjadi naik tinggi.
- Proses 3-4 Merupakan langkah kerja dari *engine* dimana *piston* akan bergerak menuju titik mati bawah akibat dari tekanan yang ditimbulkan proses pembakaran. Pada langkah ini posisi katup hisap dan katup buang masih dalam kondisi tertutup. Selama proses ekspansi ini tekanan dan temperatur mulai turun.
- Proses 4-0 Merupakan langkah buang dimana pada akhir langkah kerja piston, katup buang terbuka dan katup hisap masih tertutup dan *piston* bergerak menuju ke TDC membuang gas pembakaran keluar dari silinder.

5.2 Peforma Motor 4 Langkah

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedangkan torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu mesin. Adapun torsi poros pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh aliran udara dan juga bahan bakar yang tinggi ke dalam mesin pada kecepatan tersebut. Sementara suatu mesin dioperasikan pada waktu yang cukup lama, maka konsumsi bahan bakar efisiensi mesinnya menjadi suatu hal yang dirasa sangat penting. (Heywood, 1988 : 823).

Parameter yang akan di baha untuk mengetahui kinerja mesin dalam motor empat langkah adalah :

1. Torsi (Nm)
2. Daya (Hp)
3. KBBS (kg/Hp.jam)

A. Torsi (T)

Torsi secara umum bisa diartikan sebagai gaya putar. Gaya pada tuas yang berputar dikalikan jarak dari titik pusat putaran disebut torsi.

$$\mathbf{T = F \times r} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

r = 0,5 langkah piston (konstan)

dan :

$$\mathbf{F = P \times A} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

P = Tekanan dalam ruang bakar (Pa)

A = Luas penampang piston (m²)

B. Daya (P)

Daya merupakan besarnya usaha yang dilakukan mesin per satuan waktu. Besarnya daya dinyatakan dalam Hp (Horse Power). Untuk menentukan besarnya daya, digunakan persamaan berikut :

$$\mathbf{P = \frac{W}{t}} \dots\dots\dots(3)$$

atau

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

P = daya mesin (Hp)

W = usaha (Nm)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

T = Torsi (Nm)

C. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (KBBS)

Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk melakukan pembakaran per satuan waktu (jam) untuk menghasilkan satu satuan daya (Horse Power).

$$KBBS = \frac{60.kbb.10^{-6}.p}{P} \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

KBBS = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam/hp)

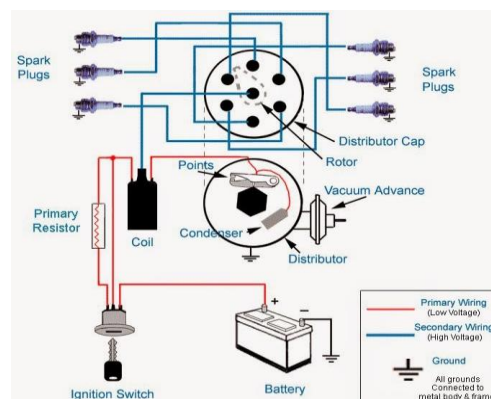
Kbb = konsumsi bahan bakar (cc/menit)

ρ = massa jenis bahan bakar (Kg/cm³)

P = daya (Hp)

5.3 Pengapian Motor Bensin 4 Langkah

Motor pembakaran dalam (internal combustion engine) menghasilkan tenaga dengan jalan membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder . Pada motor bensin, loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalakan campuran udara bahan bakar yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder. Sedangkan pada motor diesel udara dikompresikan dengan tekanan yang tinggi menjadi sangat panas, dan bila bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder akan terbakar secara serentak. Tegangan Sistem pengapian pada motor atau mobil berfungsi untuk menaikkan baterai menjadi 10 KV atau lebih dengan mempergunakan *ignition coil* dan kemudian membagi-bagikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi melalui distributor dan kabel tegangan tinggi. Pada motor bensin, campuran udara dan bahan bakar yang dikompresikan didalam silinder harus dibakar untuk menghasilkan tenaga sistem pada pengapian yang berfungsi untuk membakar campuran udara dan bensin didalam ruang bakar pada akhir langkah kompresi. Sistem pengapian yang digunakan adalah pengapian listrik dimana untuk menghasilkan percikan api, digunakan tenaga listrik sebagai pemercik api.



Gambar 2. Skema Sistem pengapian

(<http://google/sabiqptm.blogspot.co.id/>)

Komponen – komponen dalam sistem pengapian adalah sebagai berikut :

A. Baterei (Accumulator)

Baterai adalah alat elektrokimia yang dibuat untuk mensuplai arus listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan sistem kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan arus listrik dalam bentuk

energi kimia yang dikeluarkan bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya.

B. Kunci Kontak (Ignition Switch)

Kunci kontak berguna untuk menghubungkan dan memutuskan arus dari baterai ke koil pengapian (*ignition coil*). juga berhubungan dengan motor starter, jika dinyalakan akan memutar motor starter.

C. Koil Pengapian (*Ignition Coil*)

Koil berfungsi untuk merubah arus listrik 12V yang diterima dari baterai menjadi tegangan tinggi (10 KV atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi pada *ignition coil*, kumparan primer dan sekunder di gulung pada inti besi.

D. Distributor

Distributor berfungsi sebagai alat pemutus dan pembagi arus pengapian yang akan disalurkan ke busi (*spark plug*).

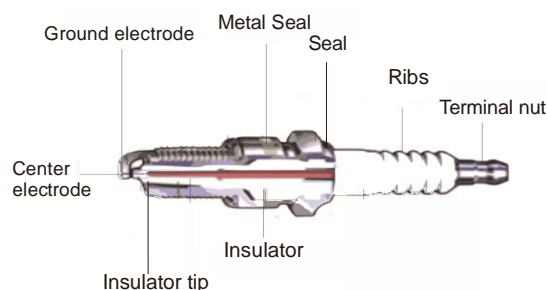
E. Kabel Tegangan Tinggi

Kabel tegangan tinggi berfungsi untuk mengalirkan arus listrik tegangan tinggi dan koil pengapian (*ignition coil*) ke busi. Kabel tegangan tinggi harus mampu mengalirkan arus listrik tegangan tinggi yang dihasilkan di dalam koil pengapian (*ignition coil*) ke busi melalui distributor tanpa adanya kebocoran. Oleh sebab itu, penghantar (*core*) dibungkus.

F. Busi (*spark plug*)

Busi adalah suatu suku cadang yang dipasang pada mesin pembakaran dalam dengan ujung elektrode pada ruang bakar. Busi dipasang untuk membakar bensin yang telah dikompres oleh piston. Percikan busi berupa percikan elektrik. Pada bagian tengah busi terdapat elektrode yang dihubungkan dengan kabel ke koil pengapian (*ignition coil*) di luar busi, dan dengan ground pada bagian bawah busi, membentuk suatu celah percikan di dalam silinder.

Busi tersambung ke tegangan yang besarnya ribuan volt yang dihasilkan oleh koil pengapian (*ignition coil*). Tegangan listrik dari koil pengapian menghasilkan beda tegangan antara elektrode di bagian tengah busi dengan yang di bagian samping. Arus tidak dapat mengalir karena bensin dan udara yang ada di celah merupakan isolator, namun semakin besar beda tegangan, struktur gas di antara kedua elektrode tersebut berubah. Pada saat tegangan melebihi kekuatan dielektrik dari pada gas yang ada, gas-gas tersebut mengalami proses ionisasi dan yang tadinya bersifat insulator, berubah menjadi konduktor. Setelah ini terjadi, arus elektron dapat mengalir, dan dengan mengalirnya elektron, suhu di celah percikan busi naik drastis, sampai 60.000 K. Suhu yang sangat tinggi ini membuat gas yang terionisasi untuk memuai dengan cepat, seperti ledakan kecil. Inilah percikan busi, yang pada prinsipnya mirip dengan halilintar atau petir mini.



Gambar 3. Bagian Busi

Bagian – Bagian busi

1. Terminal Nut

Bagian atas busi yang dihubungkan dengan sistem pengapian.

2. Isolator (pembungkus center electrode)

Bagian utama dari insulator terbuat dari porselen atau keramik, untuk memberikan dukungan mekanis terhadap center elektroda agar listrik tegangan tinggi dapat terinsulasi.

3. *Insulator Tip*

Bagian ujung *insulator* yang masuk ke dalam ruang bakar mesin, dituntut mampu menahan temperatur tinggi dan menjaga insulasi elektrik. Untuk mencegah elektroda kepanasan maka bagian ini harus memiliki konduktifitas panas yang baik.

4. *Seal (ring)*

Mencegak kebocoran dari ruang bakar mesin.

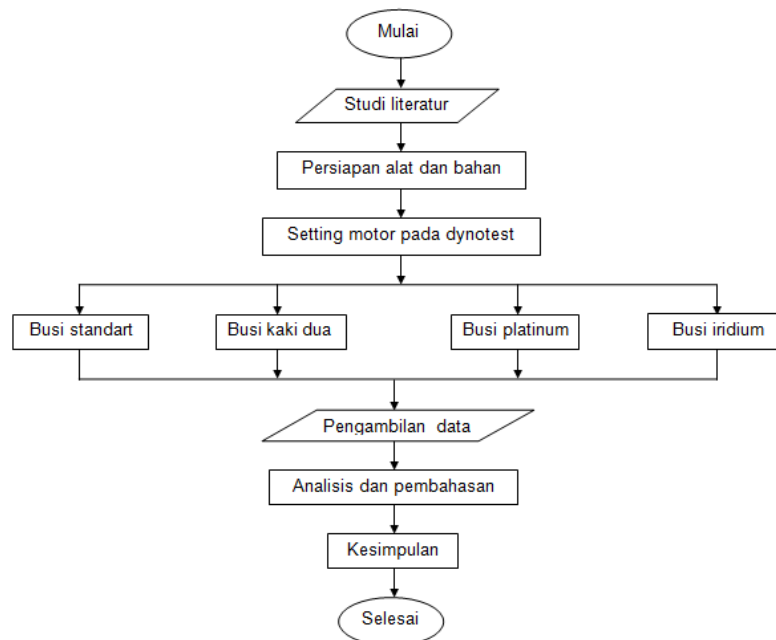
5. *Metal Case*

Mengikat panas dari insulator dan menyalurkan ke silinder cop , juga berfungsi sebagai *ground* bagi *spark* melalui *center elektrode* ke *side elektrode*.

6. Center Elektroda

Terhubung ke terminal melalui kabel internal dan tahanan keramik untuk mengurangi emisi gangguan radio yang dihasilkan dari pengapian. Ujungnya dapat dibuat dari kombinasi *copper*, nikel-iron chromium atau metal bernilai tinggi. *Side electrode* atau *ground electrode* terbuat dari nikel dan dipatrikan di sisi *metal case*.

6. METODE PENELITIAN



Gambar 4. Diagram alir penelitian

6.1 Alat- Alat Penelitian

1. *Dynamometer / dynotest*, alat untuk mendapatkan nilai torsi (*torque*) dan *horse power* (HP) yang dihasilkan mesin pada RPM tertentu.



Gambar 5. Mesin *Dynotest*

Spesifikasi *Dynotest* yang akan digunakan sebagai alat pengujian sebagai berikut :

- a. Merek : Sportdyno V3.3
- b. Seri model : SD325
- c. Dimensi (p x l x t) : 2110 x 1000 x 800 mm
- d. Berat : 400 kg
- e. Wheelbase : 850-1850 mm
- f. Daya maksimum : 200 Hp (147 KW)
- g. Kecepatan maksimum : 300 km/h
- h. Beban maksimum : 450 Kg
- i. Diameter roller : 300 mm
- j. Panjang roller : 200 mm
- k. Berat roller : 190 kg
- l. Standart dynotest : ISO 1585

2. Alat ukur :

- a. *Tachometer*, adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah kendaraan yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin.



Gambar 6. *Tachometer*

- b. *Stopwatch*, adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan yang memiliki ketelitian sampai tingkat detik.



Gambar 7. *Stopwatch*

- c. *Buret*, adalah alat ukur yang terbuat dari bahan gelas yang digunakan untuk memindahkan volume larutan yang dapat diketahui dengan tepat/teliti namun dapat diubah-ubah. Biasanya sering digunakan dalam kegiatan analisis untuk melakukan titrasi.



Gambar 8. *Buret*

6.2 Spesimen Uji

Dalam penelitian ini spesimen uji yang digunakan adalah :

1. Mesin



Gambar 9. Speda motor yamaha jupiter z

Mesin yang digunakan adalah mesin sepeda motor Yamaha jupiter Z 110 cc. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Tipe Mesin : 4 langkah, SOHC, 2 valve
- b. Jumlah Silinder : 1 Silinder
- c. Diameter x Langkah : 51.0 x 54.0 mm
- d. Volume Silinder : 110.3 cc
- e. Perbandingan Kompresi : 9.3 : 1
- f. Power Maksimum : 9.0 PS/8000rpm
- g. Torsi maksimum : 9.2 Nm/5000rpm
- h. Sistem Pengkabutan : Karburator Mikuni VM 17 x 1
- i. Sistem Pendingin : Pendingin udara

2. Busi Standart

Bahan ujung elektroda dari nikel dan diameter *center electrode* rata – rata 2,5 mm. Jarak tempuh busi standart sampai sekitar 20 ribu km.



Gambar 10. Busi Standart (NGK C7HSA)

3. Busi Platinum

Bahan ujung elektoda terbuat dari nikel dan *center electrode* dari platinum, diameter center electrode 0,6 mm – 0,8 mm. Jarak tempuh busi sekitar 30 ribu km.



Gambar 11. Busi Platinum (NGK CR7HGP)

4. Busi Iridium

Ciri khasnya ujung electrode terbuat dari nikel dan center electrode terbuat dari iridium. Diameter elektroda 0,6 mm – 0,8 mm. Jarak tempuh busi seklitar 50 ribu sampai 70 ribu km.



Gambar 12. Busi Iridium (*DENSO IUF24*)

5. Busi Kaki Dua

Biasanya busi ini memiliki lebih dari satu kaki, fungsinya untuk menghasilkan nyala api yang besar dan merata.



Gambar 13. Busi Kaki Dua (*FUKUKAWA FKW-C7E*)

6.3 Proses Penelitian

Untuk mempermudah proses percobaan dan pengambilan data, maka perlu melakukan persiapan, diantaranya :

1. Menmpersiapkan alat ukur : *Dynamometer, tachometer, stopwatch*.
2. Menaikan motor diatas *dynotest*, posisikan roda belakang pada *roller* yang terdapat pada *dynotest*.
3. pasang dan kencangkan *tiedown* sehingga motor dalam posisi tegak.



Gambar 14. Posisi motor pada *dynotest* motor



Gambar 15. Pemasangan *tiedown* pada

Setelah semua tahap persiapan percobaan telah dilakukan, maka percobaan dapat dimulai dengan langkah – langkah sebagai berikut .:

1. Menghidupkan *blower* pembuangan gas dari kenalpot.
2. Menghidupkan mesin motor.
3. Masukkan gigi persneling pada gigi 3, atur putaran mesin menjadi 4000 rpm.
4. Putaran mesin dinaikkan dengan memutar *throttle* secara cepat sampai putaran mesin maksimal.
5. Untuk mengakhiri percobaan ini putaran mesin diturunkan secara perlahan dan turunkan gigi hingga posisi normal.
6. Pada pengambilan data konsumsi bahan bakar, masukkan premium pada *buret*.
7. Saat bahan bakar pada buret menunjukkan pada angka nol (0) maka *stopwatch* mulai dihidupkan untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar.
8. Catat waktu konsumsi bahan bakar dengan dengan cara menghentikan *stopwatch* pada saat putaran mesin tersebut menghabiskan bahan bakar 3 ml. Langkah ini dilakukan pada putaran mesin 5000 rpm, 6000 rpm, 7000 rpm, 8000 rpm, 9000 rpm.

9. Akhiri percobaan ini dengan menurunkan putaran mesin secara perlahan dan kemudian matikan.
10. Ganti variasi busi yang akan diteliti dan ulangi langkah percobaan dari awal sampai akhir.

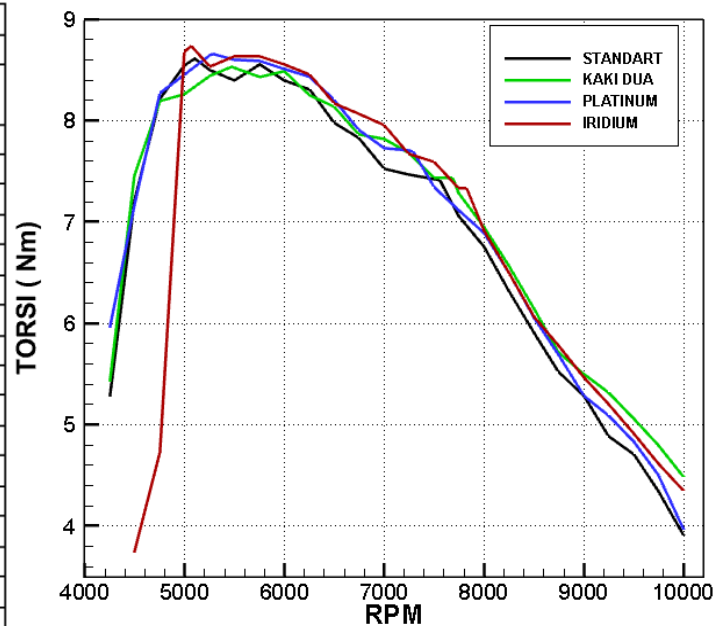
7. HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1 Analisis Torsi

Analisis torsi pada percobaan ini didapat dengan menggunakan data yang diperoleh dari pengujian *dynotest*. Di *dynotest* data ditampilkan dalam grafik sebagai hasil dari *dynotest*. Sehingga peneliti menarik data kembali dari hasil yang didapat dari pengujian. Pembuatan grafik hasil *dynotest* menunjukkan hubungan antara rotasi dan torsi.

Tabel 1. Tabel pengujian torsi

RPM	TORSI (Nm)			
	JENIS BUSI			
	STANDART	KAKI DUA	PLATINUM	IRIDIUM
4250	5,28	5,43	5,96	Na
4500	7,21	7,46	7,16	3,75
4750	8,22	8,19	8,27	4,73
5000	8,54	8,26	8,45	8,68
5069	Na	na	Na	8,74
5102	8,61	na	Na	Na
5250	8,5	8,44	8,65	8,53
5289	Na	na	8,66	Na
5472	Na	8,53	Na	Na
5500	8,4	8,52	8,6	8,63
5750	8,56	8,43	8,59	8,63
6000	8,4	8,49	8,51	8,55
6250	8,31	8,25	8,43	8,45
6500	7,98	8,14	8,21	8,17
6750	7,83	7,86	7,91	8,07
7000	7,53	7,82	7,73	7,96
7250	7,47	7,68	7,71	7,67
7500	7,42	7,44	7,34	7,59
7750	7,41	7,29	7,12	7,33
8000	7,06	6,95	6,89	6,91
8250	6,76	6,57	6,51	6,51
8500	6,32	6,14	6,05	6,07
8750	5,91	5,71	5,69	5,78
9000	5,52	5,5	5,28	5,47
9250	4,89	5,32	5,09	5,21
9500	4,71	5,06	4,83	4,91
9750	4,34	4,8	4,5	4,62
10000	3,9	4,48	3,96	4,35



Gambar 16. Grafik hubungan torsi terhadap rpm

Berdasarkan gambar 16. yaitu grafik hubungan torsi terhadap rpm pada busi standart didapatkan torsi tertinggi yang mencapai 8,61 Nm dihasilkan pada putaran 5102 rpm dan torsi terendah mencapai 3,8 Nm dihasilkan pada putaran 10000 rpm. Pada busi kaki dua didapatkan torsi tertinggi yang mencapai 8,53 Nm dihasilkan pada putaran 5472 rpm dan torsi terendah mencapai 4,80 Nm dihasilkan pada putaran 9750 rpm. Pada busi platinum didapatkan torsi tertinggi yang mencapai 8,66 Nm dihasilkan pada putaran 5289 rpm dan torsi terendah mencapai 3,96 Nm dihasilkan pada putaran 10000 rpm.

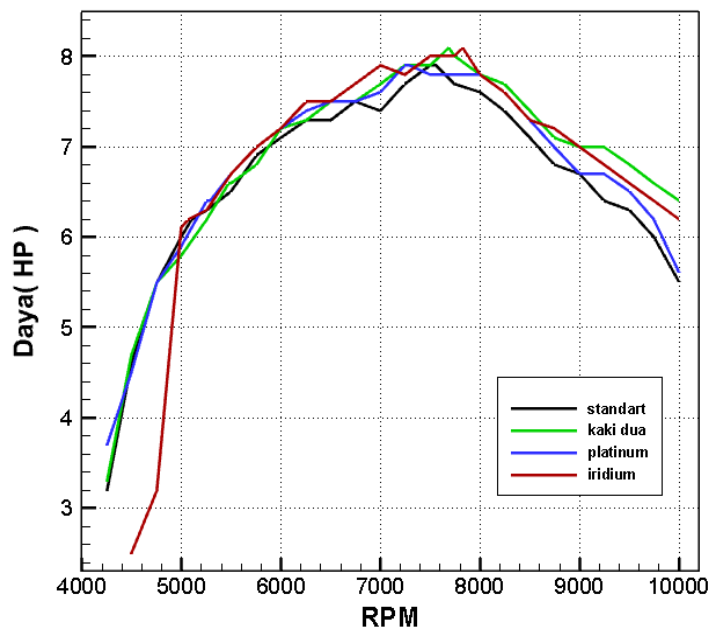
Pada busi iridium didapatkan torsi tertinggi yang mencapai 8,74 Nm dihasilkan pada putaran 5069 rpm dan torsi terendah mencapai 3,75 Nm dihasilkan pada putaran 4500 rpm. Jadi didapatkan hasil bahwa torsi tertinggi dihasilkan pada busi iridium yang mencapai 8,74 Nm pada putaran 5069 rpm dan torsi terendah dihasilkan pada busi kaki dua mencapai 8,53 Nm pada putaran 5472 rpm.

7.2 Analisis Daya

Dari hasil pengolahan data diperoleh daya sebagai berikut :

Tabel 2. Tabel pengujian daya

RPM	DAYA (HP)			
	JENIS BUSI			
	STANDART	KAKI DUA	PLATINUM	IRIDIUM
4250	3,2	3,3	3,7	Na
4500	4,6	4,7	4,5	2,5
4750	5,5	5,5	5,5	3,2
5000	6	5,8	5,9	6,1
5250	6,2	6,2	6,4	6,3
5500	6,3	6,6	6,7	6,7
5750	6,5	6,8	7	7
6000	6,9	7,2	7,2	7,2
6250	7,1	7,3	7,4	7,5
6500	7,3	7,5	7,5	7,5
6750	7,3	7,5	7,5	7,7
7000	7,5	7,7	7,6	7,9
7250	7,4	7,9	7,9	7,8
7297	Na	na	7,9	Na
7500	7,9	7,9	7,8	8
7554	7,9	na	Na	Na
7692	Na	8,1	Na	Na
7750	7,7	8	7,8	8
7827	Na	na	Na	8,1
8000	7,6	7,8	7,8	7,8
8250	7,4	7,7	7,6	7,6
8500	7,1	7,4	7,3	7,3
8750	6,8	7,1	7	7,2
9000	6,7	7	6,7	7
9250	6,4	7	6,7	6,8
9500	6,3	6,8	6,5	6,6
9750	6	6,6	6,2	6,4
10000	5,5	6,4	5,6	6,2



Gambar 17. Grafik hubungan daya terhadap rpm

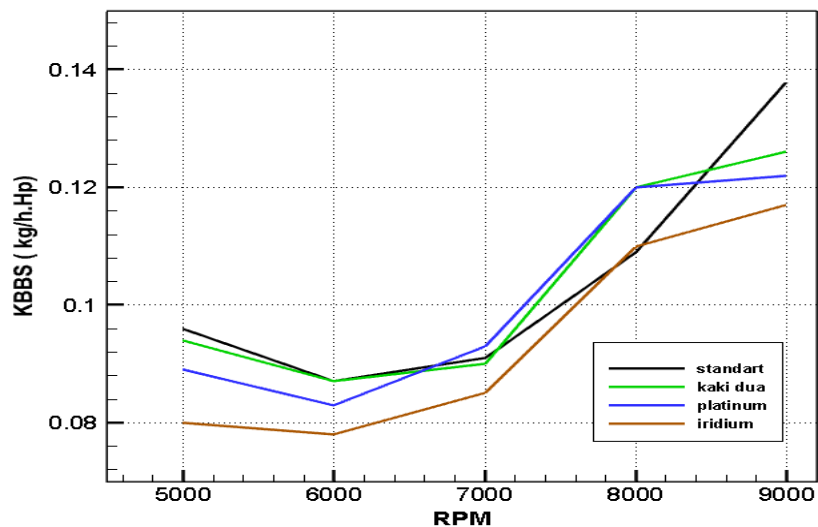
Berdasarkan gambar 17 yaitu grafik hubungan daya terhadap rpm pada busi standart didapatkan daya tertinggi yang mencapai 7,9 Hp dihasilkan pada putaran 7554 rpm dan daya terendah mencapai 3,20 Hp dihasilkan pada putaran 4250 rpm.

Pada busi kaki dua didapatkan daya tertinggi yang mencapai 8,1 Hp pada putaran 7692 rpm dan daya terendah mencapai 3,3 Hp dihasilkan pada putaran 4250 rpm. Pada busi platinum didapatkan daya tertinggi yang mencapai 7,9 Hp dihasilkan pada putaran 7297 rpm dan daya terendah mencapai 3,7 Hp dihasilkan pada putaran 4250 rpm. Pada busi iridium didapatkan daya tertinggi yang mencapai 8,1 Hp dihasilkan pada putaran 7827 rpm dan daya terendah mencapai 2,5 Hp dihasilkan pada putaran 4500 rpm. Jadi didapatkan hasil bahwa daya tertinggi dihasilkan pada busi iridium dan kaki dua yaitu 8,1 Nm dan 8,1 Nm dengan putaran mesin yang berbeda

Hasil pengolahan data dari pengukuran konsumsi bahan bakar diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3. Tabel hasil pengujian KBBS

RPM	KBBS (Kg/h.Hp)			
	JENIS BUSI			
	STANDART	KAKI DUA	PLATINUM	IRIDIUM
5000	0,096	0,094	0,089	0,080
6000	0,087	0,087	0,083	0,078
7000	0,091	0,090	0,093	0,085
8000	0,109	0,120	0,120	0,110
9000	0,138	0,126	0,122	0,117



Gambar 18. Grafik hubungan kbbs terhadap rpm

Berdasarkan gambar 18. yaitu grafik hubungan kbbs terhadap rpm pada busi standart didapatkan bahwa kbbs tertinggi mencapai 0,138 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 9000 rpm dan kbbs terendah dapat mencapai 0,087 kg/h.Hp pada putaran 6000 rpm. Pada busi kaki dua kbbs tertinggi dapat mencapai 0,126 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 9000 rpm dan kbbs terendah dapat mencapai 0,087 kg/h.Hp pada putaran 6000 rpm. Pada busi platinum kbbs tertinggi dapat mencapai 0,122 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 9000 rpm dan kbbs terendah dapat mencapai 0,083 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 6000 rpm. Pada busi iridium didapatkan kbbs tertinggi mencapai 0,117 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 9000 rpm dan kbbs terendah dapat mencapai 0,078 kg/h.Hp dihasilkan pada putaran 6000 rpm. Jadi di dapatkan hasil bahwa kbbs tertinggi di hasilkan pada busi standart yaitu 0,138 kg/h.Hp pada putaran 9000 rpm dan kbbs terendah dihasilkan pada busi iridium yaitu 0,117 kg/h.Hp pada putaran 6000 rpm.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan busi iridium konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan lebih irit dibandingkan busi standart, busi kaki dua, dan busi platinum.

7.3 UJI VARIAN SATU JALAN ATAU ONE WAY ANOVA

Analisis uji Varian Satu Jalan atau *One Way ANOVA* adalah sebuah metode yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata tiga atau lebih kelompok data dengan subjek yang sama, namun masing-masing mengalami perlakuan atau pengukuran yang berbeda, misalnya data busi standar, busi kaki dua, busi platinum, dan busi iridium. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran statistik mengenai adanya perbedaan yang signifikan dari hasil masing – masing busi. Pengujian statistik ini di bantu dengan menggunakan *software* statistik yaitu SPSS (Statistical Product and Service Solution). (Priyatno, Dwi 2012.)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, analisis data dari percobaan variasi busi terhadap performa motor bensin 4 langkah dapat di tarik kesimpulan bahwa :

1. *Peak* torsi tertinggi di dapatkan pada busi iridium yang mencapai 8,74Nm pada putaran 5069 rpm, sedangkan *peak* torsi terendah di dapatkan pada busi kaki dua yang mencapai 8,53 Nm pada putaran 5472 rpm. Dan dibuktikan melalui metode analisis statistik satu jalan atau *One Way ANOVA*, dengan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0,144 \leq 3,080$) maka H_0 diterima, sehingga hasil dari setiap busi memiliki perbedaan yang tidak signifikan.

2. *Peak power* tertinggi didapatkan pada busi kaki dua dan busi iridium mencapai 8,1 Hp dan 8,1 Hp pada putaran 7692 rpm dan 7829 rpm sedangkan *peak power* terendah pada busi standart dan platinum mencapai 7,9 Hp dan 7,9 Hp pada putaran 7554 rpm dan 7297 rpm. Dan dibuktikan melalui metode analisis statistik satu jalan atau *One Way ANOVA*, dengan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0,075 \leq 3,080$) maka H_0 di terima. sehingga hasil dari setiap busi memiliki perbedaan yang tidak signifikan.
3. Konsumsi bahan bakar terendah didapatkan pada busi iridium yang mencapai 0,078 Kg/h.Hp pada putaran 6000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi di dapatkan pada busi standart mencapai 0,138 Kg/h.Hp pada putaran 9000 rpm. Dan dibuktikan melalui metode analisis statistik satu jalan atau *One Way ANOVA*, dengan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ ($0,305 \leq 3,634$) maka H_0 di terima, sehingga hasil dari setiap busi memiliki perbedaan yang signifikan.

7.4 Saran

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, peneliti ingin memberikan saran yang diharapkan dapat membantu para pembaca tugas akhir ini dan untuk peneliti berikutnya :

1. Perlunya pengujian dengan variabel lainnya, misalnya dengan mengganti jenis busi lainnya ataupun menggunakan bahan bakar selain premium.
2. Mesin yang digunakan dalam percobaan diusahakan dalam kondisi yang normal agar mendapatkan hasil yang optimal.
3. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan beban yang berbeda dan putaran yang lebih tinggi untuk mengetahui performa mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed A. Abdel-Rehim , 2012, Dampak Dari Jumlah Busi Elektroda Pada Stabilitas Mesin.
- Arismunandar, W., 2002, Motor Bakar Torak, Edisi 5, ITB, Bandung.
- Gunawan,Arie 2008, pengaruh penggunaan busi standart dan busi bermassa tiga jika menggunakan bahan bakar alkohol terhadap kinerja mesin.
- Indarto,Muhammad Indiono.2012. Analisa kinerja motor bakar dengan penerapan 2 busi pengapian dan variasi derajat waktu pengapian.
- Ramdani, Aziz. 2009, Pengaruh Variasi Diameter Venturi Karburator dan Jenis Busi Terhadap Daya Pada Sepeda Motor Bajaj Pulsar 180 DTS-I Tahun 2009.
- Setyawan,Julianto, 2000, Peningkatan Unjuk Kerja Mesin Bensin 4 Langkah dengan Penggunaan Busi Splitfire SF392D dan Kabel Busi Hurricane, Tugas Akhir, Universitas Kristen petra.
- Setyono. Gatot, 2013, Pengaruh Penggunaan Busi Berelektroda Nikel, Platinum, dan Iridium Terhadap Performa Motor Bensin Torak Spark Ignition Engine (SIE) 4 Langkah Silinder.
- Sugianto,Didik.2014. Pengaruh variasi jenis busi dan campuran bensin methanol terhadap kinerja motor 4 tak.
- <http://jeffrimachfriandi.blogspot.co.id/berbagaimacam tipebusi>
- <http://ml.scribd.com/.../Siklus-Termodinamika-Motor>
- <http://otorider.net/kode-busi-motor>